

## **PRODUKSI BIOETANOL DARI ONGGOK DENGAN ENZIM NOOCOC SECARA HIDROLISIS**

**Amrilia Fauziah Maulina dan D.G Okayadnya Wijaya**

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

e-mail : fauziah\_228@ymail.com

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya kandungan kadar bioetanol yang dihasilkan dari onggok. Prosedur penelitian ini terdiri liquifikasi, hidrolisis, dan fermentasi. Liquifikasi adalah proses pencampuran bahan baku dengan aquades, hidrolisis dengan penambahan enzim Noococ 3 ml, 4 ml, 5 ml, 6 ml, 7 ml (sebagai variabel perlakuan), enzim  $\alpha$  amilase dan glucoamilase 30 ml, 40 ml, 50 ml, 60 ml, 70 ml (sebagai pembanding), proses fermentasi dengan penambahan ragi *zymomonas mobilis* 30 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram, 70 gram sebagai (variabel perlakuan) dan berlangsung selama 7 hari dengan volume aquades yang digunakan adalah 5 liter. Berat onggok 500 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada skala laboratorium hasil kadar bioetanol terbaik 8,20% dengan enzim Noococ 7 ml, berat ragi 70 gram. Kadar bioetanol yang terbaik adalah 6,10% diperoleh dengan berat enzim 70 ml dan berat ragi 70 gram. Hal ini disebabkan enzim  $\alpha$  amylase dapat menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida dan  $\alpha$ -1,6-glukosida menghasilkan sukrosa dan fruktosa. Sukrosa dan fruktosa yang terbentuk akan diubah oleh enzim glucoamilase menjadi glukosa yang siap difermentasi oleh *zymomonas mobilis* menjadi bioetanol.

Kata kunci : Onggok, Hidrolisis, Fermentasi, Enzim Noococ, Bioetanol.

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to determine the amount of content levels of bioethanol produced from cassava. onggok will cause stinky smell in wet condition. The research procedure consists liquefaction, hydrolysis, and fermentation. Liquefaction is the process of mixing the raw material with distilled water, with the addition of enzyme hydrolysis Noococ 3 ml, 4 ml, 5 ml, 6 ml, 7 ml (as the treatment variable), the enzyme  $\alpha$ -amylase and glucoamilase 30 ml, 40 ml, 50 ml, 60 ml, 70 ml (as defined variable), with the addition of yeast fermentation process *Zymomonas mobilis* 30 grams, 40 grams, 50 grams, 60 grams, 70 grams of a (variable treatment) and lasts for 7 days with the volume of distilled water used is 5 liters. Weight 500 grams of cassava. The results showed that the results of laboratory-scale bioethanol content of 8.20% best with 7 ml Noococ enzymes, yeast 70 grams weight. Bioethanol content of 6.10% is best obtained with 70 ml of enzyme weight and weight of 70 grams yeast. This is due to the enzyme  $\alpha$ -amylase can hydrolyze the 1,4-bond of  $\alpha$ -glucosides and 1,6- $\alpha$ -glucoside produce sucrose and fructose. Sucrose and fruktusa formed is converted by the enzyme glucoamilase into glucose which is fermented by *Zymomonas mobilis* ready to be bioetanol.

Keywords: Onggok Cassava, Hydrolysis, Fermentation, Enzymes Noococ, Bioethanol

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu penghasil ubi kayu terbesar di dunia. Berdasarkan data dari Departemen Pertanian (2011) produksi ubi kayu pada tahun 2011 mencapai 20.924.159 ton. Ubi kayu (*Manihot Utilissima*) dikenal sebagai salah satu bahan pangan berserat yang banyak diolah menjadi tepung tapioka. Dari proses industri tepung tapioka dihasilkan limbah padat, salah satunya yaitu ampas singkong atau onggok terus meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi tapioka. Salah satu pemanfaatan ampas singkong atau onggok selama ini untuk makanan ternak, dan pupuk. Adapun menurut Abbass dkk, pembuatan tepung tapioka berupa serat kasar yang masih mengandung 68% karbohidrat, 0.26%-1.57% lemak, 10% serat, 0.17% abu, dan 20% air (Kurniawan dkk, 1997). Dalam keadaan kering onggok mengeluarkan bau tidak sedap, apalagi dalam keadaan basah saat musim hujan. Bau tidak sedap ini akibat terjadinya proses pembusukan onggok yang sangat cepat. Menurut Rosita 2010, onggok merupakan produk samping yang masih mengandung banyak pati (60-70%) sehingga berpotensi sebagai bahan baku bioetanol (Putri, Rahmasari, 2007).

Tujuan penelitian ini adalah pembuatan bioetanol sehingga dapat menghindari pencemaran lingkungan dan bahaya yang disebabkan oleh pembuangan onggok yang digunakan dalam pembuatan bioetanol. Mengetahui pengaruh penambahan enzim Noococ terbaik pada hidrolisis onggok ubi kayu. Mengetahui pengaruh penambahan berat ragi *zymomonas mobilis* terbaik pada fermentasi onggok ubi kayu. Mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Onggok

Peningkatan produksi onggok sejalan dengan peningkatan produksi tapioka, hal ini dikarenakan setiap ton ubi kayu menghasilkan 250 kg tapioka dan 114 kg onggok.

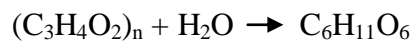
### Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil atau  $\text{OH}^-$  oleh suatu senyawa. Gugus  $\text{OH}^-$  dapat diperoleh dari senyawa air. Enzim adalah zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Contoh : dari proses hidrolisis yang menggunakan katalisator enzim adalah reaksi pembuatan alcohol. hidrolisa polisakarida menjadi glukosa berlangsung sangat lambat, sehingga dalam reaksinya membutuhkan katalisator untuk mempercepat terjadinya proses hidrolisis. Enzim Noococ atau Selulase merupakan salah satu enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Menurut Ikram dkk 2005, selulase adalah enzim yang dapat menghidrolisis ikatan  $\beta(1-4)$  pada selulosa. Hidrolisis enzimatik yang sempurna memerlukan aksi sinergis dari tiga tipe enzim ini, yaitu: Endo-1.4-  $\beta$ -D-glucanase (endoselulase, carboxymethylcellulase atau CMCCase) yang mengurai polimer selulosa secara random pada ikatan internal  $\alpha$ -1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang bervariasi. Exo-1,4- $\beta$ -D-glucanase (cellobiohydrolase), yang mengurai selulosa dari ujung pereduksi dan non-pereduksi untuk menghasilkan selulosa dan atau glukosa. B-glucosidase (cellobiase), yang mengurai selobiosa untuk menghasilkan glukosa.

## Fermentasi

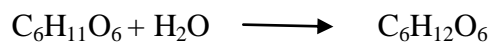
Menurut Gumbira said, E 1987, pengertian lain dari fermentasi adalah proses penguraian gula menjadi alkohol dan karbondioksida yang disebabkan oleh aktifitas sel-sel khamir yang tumbuh dan berkembang baik dengan cairan (Mukaromah, Yusrin, 2010). Prinsip pembentukan alkohol adalah pelepasan energi yang tersimpan pada bahan-bahan organik, yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi, dengan bantuan mikroba yang memiliki kemampuan untuk memfermentasikan alkohol, diantaranya khamir dan bakteri. Proses pembentukan alkohol dengan cara anaerob. Pada fermentasi sukrosa menggunakan *Zymomonas mobilis*, pertama kali sukrosa akan terhidrolisis oleh enzim sukrase. Enzim ini dihasilkan oleh bakteri *Zymomonas mobilis* yang memutus ikatan  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 2) pada sukrosa sehingga menghasilkan dua macam monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa. Menurut Swings dan De Ley 1997, fruktosa diforforilasi oleh enzim fruktokinase menjadi fruktosa-6-fosfat kemudian diisomerisasi oleh enzim fosfoheksosa isomerase menjadi glukosa-6-fosfat yang kemudian diubah menjadi bioetanol, sedangkan glukosa akan diuraikan melalui jalur 2-keto-3-deoksi-6-fosfoglukonat dan memecah piruvat dengan enzim piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehida dan CO<sub>2</sub>. Asetaldehida yang terbentuk kemudian direduksi menjadi bioetanol.

Noococ



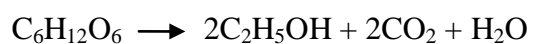
Karbohidrat                      selulosa

intervase



Selulosa                                      glukosa

zymase



Glukosa                                      bioetanol

## METODE PENELITIAN

### Peralatan dan Bahan

Bahan yang digunakan: Onggok dari PT Tunas Jaya Lautan, Enzim  $\alpha$  amilase, Enzim Glukoamilase, Enzim Noococ, Ragi *Zymomonas mobilis*, Aquades. Peralatan yang digunakan : Beaker glass 500 ml, Termometer, pH meter, Pipet 10 ml, 20 ml, Gelas ukur 1000 ml, Botol air mineral 6000 ml, Kompor listrik.

### Variabel Perlakuan

1. Enzim Noococ (ml): 3, 4, 5, 6, 7
2. Ragi *Zymomonas mobilis* (gram): 30, 40, 50, 60, 70

### Variabel Ketetapan (Dikendalikan)

1. Berat onggok : 0,5 Kg
2. Aquades : 5 liter
3. Suhu pada saat penambahan Enzim  $\alpha$  amilase : 90°C
4. Suhu pada saat penambahan Enzim Glukoamilase : 60°C
5. Enzim  $\alpha$  amilase (ml): 30,40,50,60,70
6. Enzim Glukoamilase (ml): 30,40,50,60,70
7. Suhu ruangan pada saat hidrolisis enzim Noococ

8. Suhu ruangan pada saat proses fermentasi
9. Tingkat keasaman (pH) proses fermentasi 4-5,5
10. Untuk menjaga tingkat keasaman (pH) maka diperlukan larutan  $H_2SO_4$  1N
11. Waktu fermentasi : 7 hari

### Prosedur Penelitian

Percobaan menggunakan Enzim Noococ

1. Memasukkan onggok tepung tapioka 0,5 kg ke dalam tangki liquifikasi berkapasitas 6 liter, lalu tambahkan aquedes sebanyak 5 liter, serta tambahkan Enzim Noococ 3 ml (variasi).
2. Satu hari kemudian, bubur onggok tepung tapioka akan menjadi dua lapisan, air dan endapan gula. Aduk kembali karbohidrat yang sudah menjadi gula itu, lalu tambahkan ragi 30 gram (variasi) dan tambahkan  $H_2SO_4$  1N (apabila pH tidak mencapai 4,5-5) masukkan ke dalam tangki fermentasi.
3. Menutup rapat tangki fermentasi untuk mencegah kontaminasi dan ragi bekerja mengurai glukosa menjadi bioetanol lebih optimal. Fermentasi berlangsung anaerob atau tidak membutuhkan oksigen. Agar fermentasi berlangsung optimal, jaga pH pada 4-5,5 (asam).
4. Setelah 7 hari, larutan akan menjadi 3 lapisan. Lapisan terbawah berupa endapan protein, air, bioetanol.
5. Memisahkan larutan bioetanol (dengan selang plastik) dari tangki fermentasi, lalu masukkan ke dalam botol sebagai sampel untuk dilakukan analisis.

Percobaan menggunakan Enzim  $\alpha$  amilase dan Enzim Glukoamilase

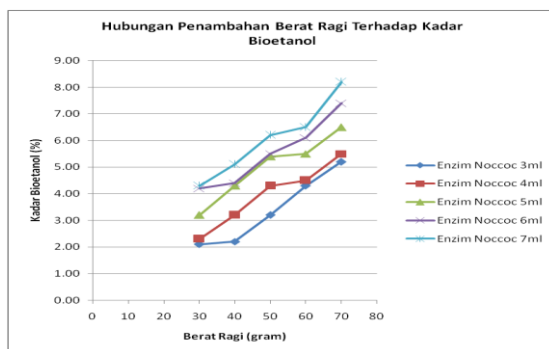
1. Memasukkan onggok tepung tapioka 0,5 kg ke dalam tangki liquifikasi berkapasitas 6 liter, lalu tambahkan aquedes sebanyak 5 liter, serta panaskan onggok hingga  $90^\circ C$  selama 0,5 jam lalu tambahkan enzim  $\alpha$  amilase. Kemudian aduk rebusan onggok sampai seperti bubur dan mengental, tahap ini merupakan proses hidrolisis bahan.
2. Mendinginkan onggok yang berupa bubur hingga suhu  $60^\circ C$ , lalu masukkan ke dalam tangki hidrolisis (sakairikasi) dan tambahkan enzim glukoamilase, tahap ini merupakan hidrolisis (sakarifikasi) bahan.
3. Dua jam kemudian, bubur onggok tepung tapioka akan menjadi dua lapisan, air dan endapan gula. Aduk kembali pati yang sudah menjadi gula itu, lalu tambahkan ragi 30 gram (variasi) dan tambahkan  $H_2SO_4$  1N (apabila pH tidak mencapai 4,5-5) masukkan ke dalam tangki fermentasi.
4. Menutup rapat tangki fermentasi untuk mencegah kontaminasi dan ragi bekerja mengurai glukosa menjadi bioetanol lebih optimal. Fermentasi berlangsung anaerob atau tidak membutuhkan oksigen. Agar fermentasi berlangsung optimal, jaga pH pada 4-5,5 (asam).
5. Setelah 7 hari, larutan akan menjadi 3 lapisan. Lapisan terbawah berupa endapan protein, air, bioetanol.
6. Memisahkan larutan bioetanol (dengan selang plastik) dari tangki fermentasi, lalu masukkan ke dalam botol sebagai sampel untuk dilakukan analisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Ragi (gram)	Kadar Bioetanol (%)				
	Enzim Nocooc (3ml)	Enzim Nocooc (4ml)	Enzim Nocooc (5ml)	Enzim Nocooc (6ml)	Enzim Nocooc (7ml)
30	2.10	2.30	3.20	4.20	4.30
40	2.20	3.20	4.30	4.40	5.10
50	3.20	4.30	5.40	5.50	6.20
60	4.30	4.50	5.50	6.10	6.50
70	5.20	5.50	6.50	7.40	8.20

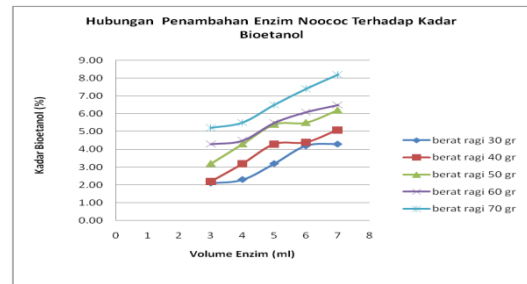
Sumber : (hasil penelitian 2014)

Pada pemberian volume enzim Nocooc masing-masing 3 ml, 4 ml, 5 ml, 6 ml, 7 ml pada proses hidrolisis dengan fermentasi ragi 30 gram menghasilkan kadar bioetanol sebanyak 2,10 % ; 2,30% ; 3,20% ; 4.20 % ; 4.30% mengalami peningkatan. Apabila fermentasi ragi 40 gram hasil kadar bioetanol 2,20% ; 3,20% ; 4,30% ; 4,40% ; 5,10% mengalami terus meningkat seperti pada gambar grafik berikut :



Grafik 1. Hubungan Penambahan Berat Ragi

Apabila proses fermentasi dilakukan penambahan berat ragi 30 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram, 70 gram dengan proses hidrolisis volume enzim Nocooc 3 ml menghasilkan kadar bioetanol 2,10% ; 2,20% ; 3,20% ; 4,30% ; 5,20% mengalami peningkatan. Pada proses hidrolisis dengan volume enzim 4 ml hasil kadar bioetanol 2,30% ; 3,20% ; 4,30% ; 4,50% ; 5,50% mengalami terus meningkat seperti pada gambar grafik berikut ini :



Grafik 2. Hubungan Penambahan Volume Enzim Nocooc

Pengaruh penambahan berat ragi dan penambahan volume enzim Nocooc menghasilkan kadar bioetanol yang terus meningkat. Hasil kadar bioetanol terbaik pada kedua variasi ini adalah 8,20%. Dengan  $R^2 = 0,960$  artinya tingkat kebenaran hasil penelitian mencapai 96%.

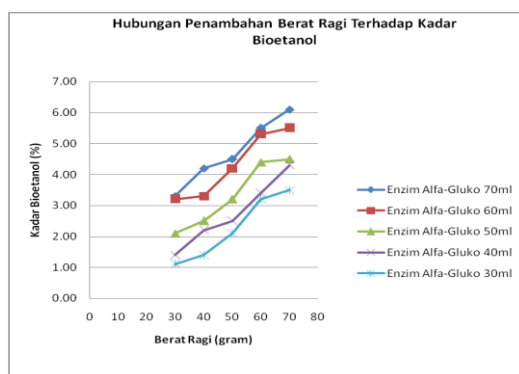
Proses hidrolisis karbohidrat merupakan proses pengubahan molekul karbohidrat menjadi glukosa yang dilakukan dengan bantuan enzim Nocooc. Kadar bioetanol yang terbaik adalah 8,20% diperoleh dengan volume enzim 7 ml dan berat ragi 70 gram. Hal ini karena glukosa yang dihasilkan melalui proses hidrolisis merupakan hasil kerja enzim Nocooc terdiri dari tiga kelompok utama yaitu endoglukanase, eksoglukanase, dan  $\beta$ -glukosidase (Idiawati dkk, 2013). Ketiga kelompok utama ini bekerja maksimal sehingga menghasilkan banyak glukosa. Menurut Wiseman, (1985) jumlah penambahan selulase yang berlebihan selain tidak ekonomis juga dapat menghasilkan glukosa berlebih. Glukosa yang berlebihan malah akan menghambat kerja dari selulasenya sendiri (Sjamsuriputra dkk, 2005). Sedangkan jumlah selulase yang tidak mencukupi tidak akan memberikan konversi. Glukosa yang terbentuk akan diubah oleh *Zymomonas mobilis* menjadi bioetanol dan gas  $\text{CO}_2$  dengan perbandingan 1:1. Ragi *Zymomonas*

*mobilis* berperan dengan baik karena terdapat nutrisi yang cukup untuk diubah menjadi bioetanol. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak ragi yang ditambahkan maka mikroorganisme yang mengurai glukosa menjadi bioetanol semakin banyak sehingga kadar bioetanol yang dihasilkan kadarnya semakin besar (Hapsari, Pramasinta 2013).

Berat Ragi (gram)	Kadar Bioetanol (%)				
	Enzim Alfa-Gluko (30ml)	Enzim Alfa-Gluko (40ml)	Enzim Alfa-Gluko (50ml)	Enzim Alfa-Gluko (60ml)	Enzim Alfa-Gluko (70ml)
30	1.10	1.40	2.10	3.20	3.30
40	1.40	2.20	2.50	3.30	4.20
50	2.10	2.50	3.20	4.20	4.50
60	3.20	3.40	4.40	5.30	5.50
70	3.50	4.30	4.50	5.50	6.10

Sumber : (hasil penelitian 2014)

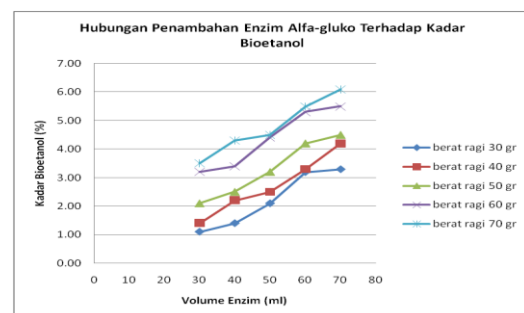
Pada pemberian volume enzim  $\alpha$  amylase dan glucoamilase 30 ml, 40 ml, 50 ml, 60 ml, 70 ml pada proses hidrolisis dengan fermentasi ragi 30 gram menghasilkan kadar bioetanol sebanyak 1,10 % ; 1,40% ; 2,10% ; 3.20 % ; 3.30% mengalami peningkatan. Apabila fermentasi dengan ragi 40 gram menghasilkan kadar bioetanol 1,40% ; 2,20% ; 2,50% ; 3,30% ; 4,20% mengalami terus meningkat seperti pada gambar grafik berikut :



Grafik 3. Hubungan Penambahan Berat Ragi

Apabila proses fermentasi dilakukan penambahan berat ragi 30 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram, 70 gram

dengan proses hidrolisis volume enzim  $\alpha$  amylase dan glucoamilase 30 ml menghasilkan kadar bioetanol sebanyak 1,10% ; 1,40% ; 2,10% ; 3,20% ; 3,50% mengalami peningkatan. Pada proses hidrolisis dengan volume enzim 40 ml  $\alpha$  amylase dan glucoamilase menghasilkan kadar bioetanol 1,40% ; 2,20% ; 2,50 % ; 3,40% ; 4,30% mengalami terus meningkat seperti pada gambar grafik berikut :



Grafik 4. Hubungan Penambahan Volume Enzim  $\alpha$  amylase dan glucoamilase

Pengaruh penambahan berat ragi dan penambahan volume enzim  $\alpha$  amylase dan glucoamilase menghasilkan kadar bioetanol yang terus meningkat. Hasil kadar bioetanol terbaik pada kedua variasi ini adalah 6,10%. Dengan  $R^2 = 0,982$  artinya tingkat kebenaran hasil penelitian mencapai 98,2%. Proses hidrolisis pati merupakan proses pengubahan molekul pati menjadi glukosa yang dilakukan dengan bantuan enzim  $\alpha$  amylase dan glucoamilase. Kadar bioetanol yang terbaik adalah 6,10% diperoleh dengan berat enzim 70 ml dan berat ragi 70 gram. Hal ini disebabkan enzim  $\alpha$  amylase dapat menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida dan  $\alpha$ -1,6-glukosida menghasilkan sukrosa dan fruktosa. Sukrosa dan fruktosa yang terbentuk akan diubah oleh enzim glucoamilase menjadi glukosa yang siap difermentasi oleh *zymomonas mobilis* menjadi bioetanol (Hapsari, Pramasinta 2013).

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Limbah tepung tapioka/onggok dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol.
2. Dari 500 gram onggok sebagai bahan dasar dapat menghasilkan kadar bioetanol terbaik 8,20% dengan enzim Nocooc 7 ml dan berat ragi *zymomonas mobilis* 70 gram.
3. Dari 500 gram onggok sebagai bahan dasar dapat menghasilkan kadar bioetanol terbaik 6,10% dengan enzim  $\alpha$  amylase dan glukamilase 70 ml dan berat ragi *zymomonas mobilis* 70 gram.
4. Enzim Nocooc lebih baik digunakan dalam pembuatan bioetanol karena lebih banyak menghasilkan kadar bioetanol, dan juga lebih ekonomis karena hanya memerlukan volume enzim yang sedikit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2009). *Etanol nabati*. SNI 3565:2009.
- Adam, Rikana. (2013). Pembuatan bioethanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape. Teknik kimia-Diponegoro. Vol. 1, No.2, hal. 241-246
- Bari, R.F. dan Wibowo, Y. (2013). Bioethanol . IPB Bogor. Vol. 1, No.1, hal. 140-145
- Biro Pusat Statistik. (2011). *Produksi singkong kota Lampung*. (diakses tanggal 23 Oktober 2013) dari : <http://www.BPS.co.id.html>. Lampung.
- Departemen Pertanian. (2011). *Hasil pertanian singkong*. (diakses tanggal 23 Oktober 2013) dari : <http://www.DepartemenPertanian.co.id.html>. Lampung
- Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI. (2000). *Kandungan bahan 100 gram onggok*. (diakses tanggal 23 Oktober 2013) dari : <http://www.DEPKES RI.co.id.html>. Jakarta.
- Dinas Pertanian Lampung Timur. (2004). *Hasil pertanian singkong*. (diakses tanggal 28 Oktober 2013) dari : <http://www.DinasPertanianLampung.co.id.html>
- Direktorat Pengolahan dan Pemasaran RI. (2000). (diakses tanggal 29 Oktober 2013) dari : <http://www.DirektoratPengolahanDanPemasaran.co.id.html>
- Hidayat, (2010). Bab II tinjauan pustaka. IPB Bogor. Vol. 1, No.1, hal. 190-200
- Hendroko, R., dkk., (2008). Bioetanol ubi kayu bahan bakar IPB Bogor. Vol. 2, No.1, hal. 225-230
- Hambali, E., dkk., (2007). *Teknologi bioenergi masa depan*. cetakan ketiga. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Hidayat, M.A. (2006). *Fermentasi asam laktat oleh Rhizopus oryzae pada substrat singkong hasil hidrolisis asam*. Biokimia. IPB Bogor. (diakses tanggal 29 Oktober 2013)
- Setyaningsih, R., dkk., (2004). "Fermentasi etanol dari limbah padat tapioka (onggok) oleh *Aspergillus niger* dan *Zymomonas mobilis*". Open access. Bioteknologi Vol. 1, No.1, ISSN : 0216-6887

Sefriana, Fita, (2012). *Variasi jumlah nitrogen dan hidrolisis enzimatis pada produksi beta glukon Sacharomyces cereviciae dengan medium onggok ubi kayu dan onggok umbi garut*. Teknik kimia-UI. Skripsi.

Sjamsuriputra, Achmad, (2005).  
“Aplikasi enzim selulase dari triconderma reesei qm 9414 untuk peningkatan produksi etanol dari singkong melalui proses sakarifikasi fermentasi simultan”. Teknik kimia-ITB. Vol. 4, No.2, Hal. 219-226